

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-029618

(43)Date of publication of application : 04.02.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 04-183812

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 10.07.1992

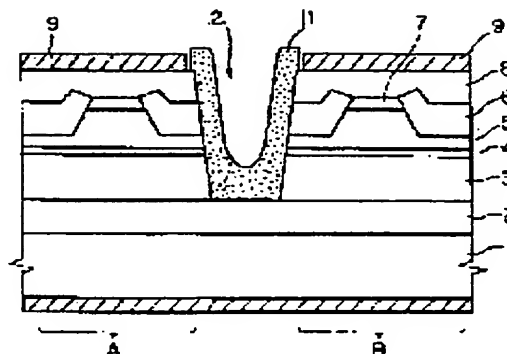
(72)Inventor : YOSHIDA ICHIRO
KATSUYAMA TSUKURU
HASHIMOTO JUNICHI

(54) MULTIBEAM SEMICONDUCTOR LASER AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the title multibeam semiconductor laser applicable to an AlGaInP base semiconductor laser.

CONSTITUTION: Within the title multibeam semiconductor laser having two beams A, B on the same semiconductor substrate 1 wherein a common electrode is provided on the rear surface of the substrate 1 while electrodes 9 separated in respective beams are provided on the surface thereby enabling respective beams A, B to be mutually and independently driven, active layers 4 of respective beams A, B is divided by a trench 12 and a silicon nitride film 11 covering the surface of the trench 12. Through these procedures, the cross-talk in the current between the beams A and B can be avoided thereby enabling the beams A and B to be independently driven.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.04.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

09.12.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998.2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-29618

(43)公開日 平成6年(1994)2月4日

(51)Int.Cl.⁵

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全5頁)

(21)出願番号 特願平4-183812

(22)出願日 平成4年(1992)7月10日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 吉田 伊知朗

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 勝山 造

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 橋本 順一

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

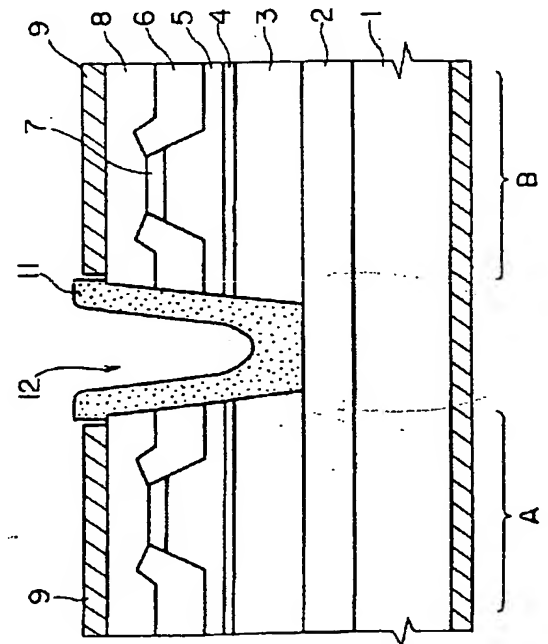
(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54)【発明の名称】 マルチビーム半導体レーザ及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 AlGaInP系の半導体レーザにも適用できるマルチビーム半導体レーザを提供すること。

【構成】 同一の半導体基板1上に2つのビームA、Bを有し、半導体基板1の裏面に共通電極10を設けると共に表面にビーム毎に分離された電極9を設けることにより各ビームA、Bを相互独立に駆動できるようにしたマルチビーム半導体レーザにおいて、各ビームの活性層4を溝12およびその表面を覆った窒化シリコン膜11で分断している。これにより、ビームAおよびBの間の電流のクロストークを防ぐことができ、独立駆動が可能となる。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 同一の半導体基板上に複数のビームを有し、前記半導体基板の裏面に共通電極を設けると共に表面にビーム毎に分離された電極を設けることにより各ビームを相互独立に駆動できるように構成したマルチビーム半導体レーザにおいて、

前記各ビームの活性層は、表面から掘り込まれた溝によって分離されており、この溝は誘電体で覆われていることを特徴とするマルチビーム半導体レーザ。

【請求項2】 前記誘電体は、前記各ビームを構成する半導体材料よりも熱伝導率が小さいことを特徴とする請求項1記載のマルチビーム半導体レーザ。

【請求項3】 半導体基板上に第1クラッド層、活性層、第2クラッド層およびキャップ層を形成する第1の工程と、
前記キャップ層の表面から前記第2クラッド層の途中までを所定のパターンでエッチング除去し、その除去部に電流ブロック層を形成する第2の工程と、
前記第2の工程後の基板表面全体にコンタクト層を形成した後、前記電流ブロック層の形成領域において前記コンタクト層から少なくとも前記活性層の下面に至る溝を形成して前記コンタクト層、電流ブロック層、第2クラッド層、および活性層をビーム毎に分離し、その溝を誘電体材料で覆う第3の工程と、
前記溝で分離された前記各ビームのコンタクト層の上と、前記半導体基板の下面にそれぞれ電極を形成する第4の工程とを備えているマルチビーム半導体レーザの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体レーザ、特に、同一の半導体チップ上に相互に独立に駆動できる複数のビームを持ったマルチビーム半導体レーザに関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在、レーザプリンタや光ディスクなどに半導体レーザが広く用いられているが、そのプリンタの描画速度や光ディスクのデータ転送速度は必ずしも十分大きくはない。この場合、1つの半導体レーザ基板に、相互に近接し且つ独立に駆動できる2本のレーザビームを設けることができれば、1つの光学系で2倍の描画速度あるいはデータ転送速度をもつシステムを作ることができると期待されるため、最近そのようなマルチビーム半導体レーザの研究が行われている。現在用いられているこの種のレーザはAlGaAs系のものであり、波長が0.78～0.84μm程度で、各ビーム毎に別々に結晶成長させた活性層が用いられている。

【0003】一方、これとは別に、波長が0.6～0.7μmの赤色のレーザ光を放射するAlGaInP系の半導体レーザの開発が進んでいる。AlGaAs系の半

2

導体レーザをAlGaInP系の半導体レーザに置き換えることができれば、レーザプリンタにおいて、より高感度の感光材を用いることや、光スポットをより小さく絞り込むことが可能となり、印字速度の高速化を実現できることが予想される。また、光ディスクにおいては、光スポットをより小さく絞り込むことができるため、大容量化が可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このAlGaInP系材料による場合、AlGaAs系におけるようなマルチビーム化の技術が十分に開発されていない。すなわち、AlGaAs系のマルチビーム半導体レーザのように、各ビーム毎に活性層を結晶成長させ、適当な材料を用いてこれを埋め込むという構造のものでは各ビームを互いに独立に駆動できるマルチビーム半導体レーザとして十分な発振特性のものを得られない。

【0005】本発明の目的は、AlGaInP系の半導体レーザにおいても、複数のビームを相互独立に駆動できるマルチビーム半導体レーザを得ることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明のマルチビーム半導体レーザは、各ビームの活性層が、表面から掘り込まれた溝によって分離されており、この溝は誘電体で覆われているものである。

【0007】また、本発明のマルチビーム半導体レーザの製造方法は、半導体基板上に第1クラッド層、活性層、第2クラッド層およびキャップ層を形成する第1の工程と、その表面から第2クラッド層の途中までを所定のパターンでエッチング除去し、その除去部に電流ブロック層を形成する第2の工程と、その表面全体にコンタクト層を形成した後、電流ブロック層の形成領域においてコンタクト層から少なくとも活性層の下面に至る溝を形成してコンタクト層、電流ブロック層、第2クラッド層、および活性層をビーム毎に分離し、その溝を誘電体材料で覆う第3の工程と、溝で分離された各ビームのコンタクト層の上と、半導体基板の下面にそれぞれ電極を形成する第4の工程とを備えている。

【0008】

【作用】各ビームの活性層は、溝によって分離される前は、半導体基板全面に共通に形成されたものなので、ビーム毎に別々に結晶成長させたものよりも結晶性に優れている。したがって、発振特性が良好である。また、各ビームの活性層は、誘電体で表面が覆われた溝で分離されているので、ビーム間の電流のクロストークがほとんどない。さらに、誘電体に熱伝導率の小さいものを用いることにより、ビーム間の熱的クロストークも抑えられる。

【0009】

【実施例】図1は本発明の一実施例を示すマルチビーム半導体レーザの断面図である。Siを添加したGaAs

(3)

3

基板1の上には、同じくSiを添加したGaAsバッファ層2、Siを添加したAlGaInPからなる第1クラッド層3、アンドープGaInPからなる活性層4、Znを添加したAlGaInPからなる第2クラッド層5、Siを添加したGaAsからなる電流ブロック層6、Znを添加したGaInPからなるキャップ層7、Znを添加したGaAsからなるコンタクト層8が形成されている。中央部にはコンタクト層8の上面からバッファ層2の上面に至る溝12がエッチングにより掘られ、さらにその表面に誘電体である窒化シリコン膜11が形成されており、これによって2つのビームA、Bが分離されている。ビームA、Bのそれぞれのコンタクト層8の上面にはp電極9が形成されており、GaAs基板1の裏面には両ビームに共通のn電極10が形成されている。なお、この実施例はAlGaInP系の半導体レーザとすることができるが、ここにいうAlGaInP系には、活性層のAl組成が零、すなわち、GaInPの場合及びクラッド層のGa組成が零、すなわちAlInPの場合も含まれるものとする。

【0010】図1は構造を模式的に示したものであり、各部の寸法比は必ずしも実際の素子における寸法比を表していない。例えば、実際はGaAs基板1の厚みが70 μ m程度であるのに対し、その上のバッファ層2からキャップ層7までの合計の厚みが2 \sim 3 μ m、さらにその上のコンタクト層8の厚みが2 μ m程度である。

【0011】本実施例の構造によれば、2つのビームA、Bの活性層4が溝12および窒化シリコン膜11によって完全に分断されているので、ビーム間の電流のクロストークがない。また、実用的なマルチビーム半導体レーザを得るには、電気的なクロストークだけではなく、熱的なクロストークも抑える必要がある。つまり、半導体レーザは温度上昇に伴って出力が低下するという特性があるので、駆動時の発熱により他のビームの出力が低下するという悪影響を抑制する必要がある。そのための方法としては、①ビーム間において熱が伝達しないようにする方法、②各ビームを熱の影響を受けにくいものとする方法、③各ビームを発熱しにくいものとする方法等が考えられる。この実施例では、第1の方法を採用しており、溝12に埋め込まれた窒化シリコン12は、各ビームを構成する半導体材料である活性層材、クラッド層材、電流ブロック層材等のいずれよりも熱伝導率が小さいため、ビーム間において熱が伝達しにくい。したがって、熱的クロストークが小さい。なお、ビームを構成する半導体材料よりも熱伝導率が小さいその他の誘電体として、酸化シリコンなどが挙げられる。

【0012】次に、このようなマルチビーム半導体レーザの製造方法を図2および図3を用いて説明する。

【0013】GaAs基板1の上に、バッファ層2、第1(n型)クラッド層3、活性層4、第2(p型)クラッド層5およびキャップ層7を順次エピタキシャル成長

4

させた後、窒化シリコン膜21を形成する(図2

(a))。このときの結晶成長温度は740 $^{\circ}$ Cである。n型クラッド層3及びp型クラッド層5のドーピング量は各々 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ と $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ であり、その厚みは共に1 μ mである。窒化シリコン膜21は、破線で示した部分を次工程においてエッチングにより除去する際のマスクとなるように、表面全体に堆積した窒化シリコン膜をパターニングしたものである。このパターニングの際のエッチャントにはバッファード弗酸を用いた。なお、ここでは、パターニングされた2つの窒化シリコン膜21の幅を5 μ m、両者の中心間の間隔を15 μ mとしている。

【0014】そこで次にメサエッチングを行う。ここでは、エッチャントに50 $^{\circ}$ Cの混酸(硫酸:過酸化水素:水=3:1:1)を用い、6分間エッチングを行うことにより、第2クラッド層5を2000 \AA ストローム残す(図2(b))。そして、エッチングで除去した部分にSiを添加したGaAs(不純物濃度が $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)を成長させ、電流ブロック層6を形成する(図2(c))。その後、窒化シリコン膜21を弗酸:水=1:1のエッチャントで除去し、全面にコンタクト層8となるZnを添加したGaAs(不純物濃度が $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)を1 μ m成長させる(図2(d))。

【0015】ついで、窒化シリコン膜を全面に堆積した後、リソグラフィ技術により溝形成部を除去する(図2(e))。この除去部の幅Dは、たとえば6 μ mとする。このパターニングされた窒化シリコン膜22をマスクとして、各ビームを電氣的に分離するためのエッチングを行い溝12を形成する。その後、マスクに用いた窒化シリコン膜22を除去する(図2(f))。このエッチングには、まず、アンモニア水:過酸化水素水:水=9:6:25のエッチャントを用いる。すると、AlGaInPの第2クラッド層5の上面でエッチングが止まる。つぎに、60 $^{\circ}$ Cの熱硫酸で溝を深くする。このエッチャントは、AlGaInP、GaInPをエッチングするが、GaAsはほとんどエッチングしないので、GaAsバッファ層2の上面で止まる。なお、この溝12の深さは、第1クラッド層3の上面よりも深くして活性層4を分断すれば十分であり、必ずしもバッファ層2の表面まで掘る必要はない。しかし、上述の2種類のエッチャントを用いた選択性エッチングでバッファ層2の表面まで掘ることにより、溝12の深さについての製造ばらつきを少なくすることができる。

【0016】その後、窒化シリコン膜11'を全面に形成し、その上に、フォトリソグロフ膜23'を塗布する(図3(a))。ついで、フォトリソグロフによりフォトリソグロフ膜23'をパターニングしてレジストパターン23を形成し、さらに、このレジストパターン23をマスクとして窒化シリコン膜11'をエッチングにより除去してパターニングされた窒化シリコン膜11を残

(4)

5

す(図3(b))。

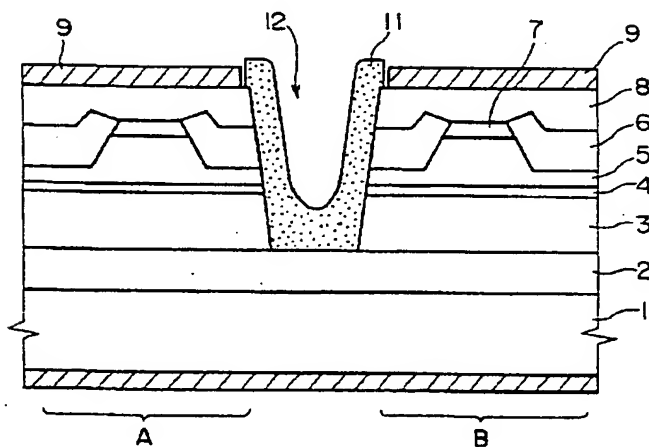
【0017】さらに全面にTi/Pt/Au3層膜からなる金属膜9'を蒸着により形成した後(図3

(c))、レジストパターン23をアセトンで除去することにより、その上の金属膜9'をリフトオフして各ビーム毎にp電極9を残す(図3(d))。続いて、基板を裏からエッチングして厚みを70μm程度にし、その後、裏面にn電極を蒸着し、窒素雰囲気中400℃で1分間の合金化処理を行って、AuGe/Ni/Au3層膜からなるn電極10を形成する(図3(e))。これ

によって、相互に独立駆動できるマルチビーム半導体レーザが完成する。

【0018】なお、本発明は、AlGaInPをクラッドとする半導体レーザのマルチビーム化の実現を目指したものであるが、この材料系に限定されるものではない。たとえば、0.78-1.1μm帯の、いわゆるAlGaAs系半導体レーザに対しても適用できる。その場合、活性層として(Al)GaInAsを用いる。また、同じ波長帯(0.78-1.1μm帯)の半導体レーザを実現する際に、クラッドのAlGaAsの代わりにGaInP、あるいはAlGaInPを用いることも考えられ、その場合も本発明を適用できる。さらに、1.3-1.6μm帯のGaInAsP半導体レーザにも適用できる。

【図1】



6

【0019】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、各ビームの活性層を、表面から掘り込まれた溝によって分離し、その溝を誘電体で覆うことにより、電流のクロストークの少ないマルチビーム半導体レーザが得られる。特に、各ビームごとに分断された活性層を埋め込む構造の作りにくいGaInPあるいはAlGaInP系のレーザにおいては有効で、AlGaAs系に比較してより短波長のマルチビーム半導体レーザの利用が可能になる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示すマルチビーム半導体レーザの構成を示す図。

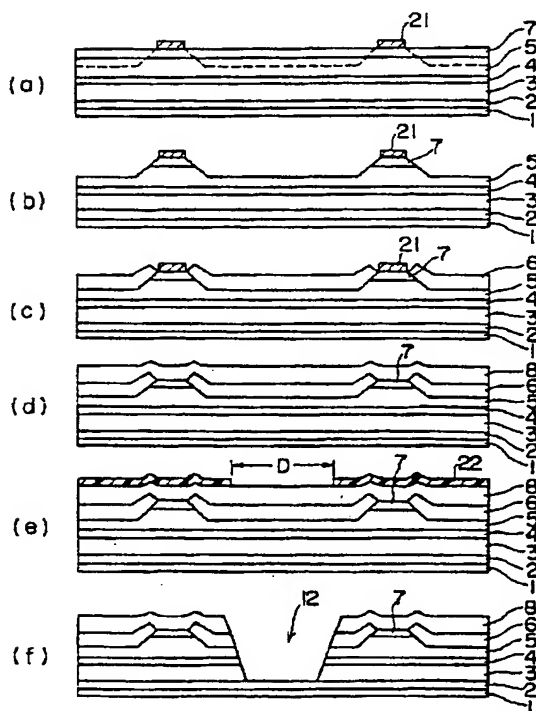
【図2】本発明の一実施例の製造方法を示す工程断面図。

【図3】本発明の一実施例の製造方法を示す工程断面図。

【符号の説明】

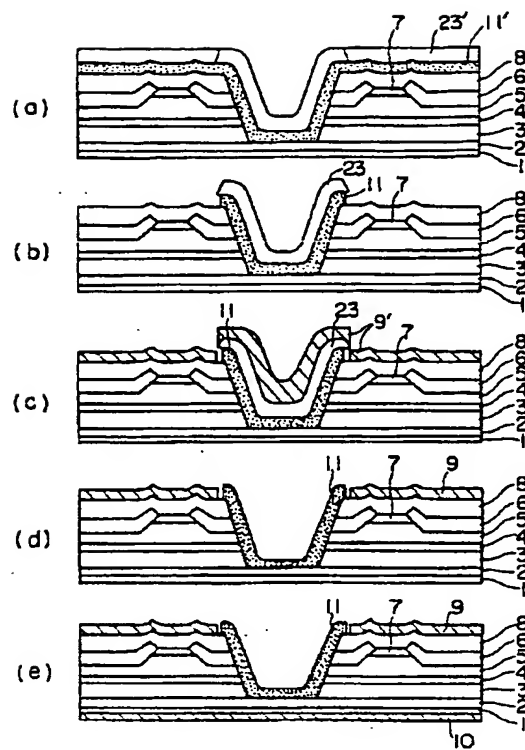
1…GaAs基板、2…バッファ層、3…第1クラッド層、4…活性層、5…第2クラッド層、6…電流ブロック層、7…キャップ層、8…コンタクト層、9…p電極、10…n電極、11…窒化シリコン膜(誘電体膜)、12…溝。

【図2】



(5)

【図3】



THIS PAGE BLANK (USPTO)